

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung einer Drehrate nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, mit einem schwingungsfähigen Körper, auf welchem mehrere elektromechanische Wandler angebracht sind, von denen wenigstens ein erster Wandler mittels eines in einer ersten Schaltungsanordnung erzeugten elektrischen Treiber-Signals und wenigstens ein zweiter Wandler mittels eines in einer zweiten Schaltungsanordnung erzeugten elektrischen Dämpfungs-Signals in mechanische Schwingungen versetzt wird sowie wenigstens ein dritter Wandler ein elektrisches Sensor-Dämpfungs-Signal abgibt, welches der Schwingung des Körpers an der Stelle entspricht, an der der wenigstens dritte Wandler angebracht ist, wobei das Sensor-Dämpfungs-Signal auf den Eingang der zweiten Schaltungsanordnung zurückgeführt wird.

Eine derartige Vorrichtung, welche regelmäßig nach dem Prinzip eines Vibrationsgyrometers arbeitet, ist beispielsweise aus der DE-44 47 005 A1 bekannt. Die in der Vorrichtung vorhandenen elektromechanischen Wandler, welche regelmäßig piezoelektrische Elemente sind, werten den Effekt der Coriolisbeschleunigung aus, die als Maß für eine Drehrate dient, mit welcher der schwingungsfähige Körper sich dreht. Die bekannte Vorrichtung ist daher sehr gut im Zusammenhang mit Systemen zur Fahrdynamikregelung bei Kraftfahrzeugen zu verwenden, da die erfaßte Coriolisbeschleunigung als Maß für die aktuelle Giergeschwindigkeit des Fahrzeuges verwendet werden kann.

Bei der bekannten Vorrichtung ist der schwingungsfähige Körper als dünnwandiger Hohlzylinder aus einem elastischen Material ausgebildet. Auf der Zylinderwand sind acht Piezoelemente im gleichmäßigen Abstand von 45 Grad zueinander angeordnet. Die beispielsweise in den Positionen 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad angeordneten Piezoelemente arbeiten mit einer Oszillatorstufe zusammen. Die in den Positionen 45 Grad, 135 Grad, 225 Grad und 315 Grad angeordneten Piezoelemente arbeiten mit einer Dämpfungsstufe zusammen. Die in den Positionen 0 und 180 Grad angeordneten Piezoelemente werden von einer Oszillator-Treiber-Stufe in mechanische Schwingungen versetzt. Die in den Positionen 90 und 270 Grad angeordneten Piezoelemente geben ein Signal ab, welches der Schwingung des Hohlzylinders an der Stelle entspricht, an der die Piezoelemente angebracht sind. Das von den in den Positionen 90 Grad und 270 Grad angeordneten Piezoelementen abgegebene Signal wird auf den Eingang der Schaltungsanordnung zur Erzeugung des elektrischen Oszillator-Treiber-Signals in der Weise zurückgekoppelt, daß sich ein Oszillator ergibt, welcher auf seiner Resonanzfrequenz schwingt.

Durch die in den Positionen 0 und 180 Grad angeordneten Piezoelemente, welche von der Oszillator-Treiber-Stufe in mechanische Schwingungen versetzt werden, wird der Hohlzylinder in Schwingungen versetzt. Der Hohlzylinder schwingt derart, daß sich im eingeschwungenen Zustand an den Positionen 45 Grad, 135 Grad, 225 Grad und 315 Grad Knoten ausbilden. Wirkt auf den Hohlzylinder von außen eine Drehrate ein, wird der eingeschwungene Zustand des Hohlzylinders aufgrund der Coriolisbeschleunigung gestört. Es erfolgt eine Verstimmung des Systems derart, daß sich die Position der Knoten verschiebt. Hierdurch übt der Hohlzylinder an den bisherigen Stellen der Knoten Schwingungen aus.

Die in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelemente sind mittels einer Dämpfungs-Treiber-Stufe in mechanische Schwingungen versetzbar. Die in den Positionen 135 Grad und 315 Grad angeordneten Piezoelemente geben ein Signal ab, welches der Schwingung des

Hohlzylinders an der Stelle entspricht, an der sie angebracht sind. Das von den in den Positionen 135 Grad und 315 Grad angeordneten Piezoelementen abgegebene Signal wird in der Weise auf den Eingang der zur Erregung der in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelementen vorgesehenen Schaltungsanordnung zurückgekoppelt, daß die Schwingungen an den Positionen 135 Grad und 315 Grad etwa zu null kompensiert werden.

Die auf den Eingang der Schaltungsanordnung zur Erregung der in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelementen rückgekoppelte Spannung stellt ein Maß für die durch das Einwirken einer Drehrate auf den schwingenden Hohlzylinder erfolgte Verstimmung des Hohlzylinders dar. Dieses Signal kann somit als Maß für die Drehrate verwendet werden.

Zur Anpassung an eine Schaltungsanordnung, welche das Signal weiterverarbeitet, ist bei der bekannten Vorrichtung ein Verstärker mit einstellbarer Verstärkung vorgesehen. Wenngleich durch den Verstärker das Ausgangssignal der bekannten Vorrichtung auch einstellbar ist, so hat die bekannte Vorrichtung doch den Nachteil, daß keine Möglichkeit zum Abgleich der Schaltung im Hinblick Toleranzen der Bauelemente vorgesehen ist. Dies wirkt sich besonders dann nachteilig aus, wenn, wie in der bekannten Schaltungsanordnung vorgesehen, eine Möglichkeit zur Aufschaltung eines Störsignals vorgesehen ist, mittels welchem als sogenannter Eigentest die einwandfreie Funktion der Schaltungsanordnung überprüft wird.

Zur Durchführung des Eigentests wird das von den in den Positionen 90 Grad und 270 Grad angeordneten Piezoelementen abgegebene und auf den Eingang der Oszillator-Treiber-Stufe zurückgekoppelte Signal auf einen Verstärker geführt und über einen Schalter auf den Eingang der zur Erregung der in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelementen vorgesehene Dämpfungs-Treiber-Stufe geführt. Hierdurch erfolgt eine Verstimmung des Systems in der Weise, wie sie beim Einwirken einer Drehrate erfolgt. Da die Größe des Eigentestsignals bestimmt ist, muß bei korrekt arbeitender Vorrichtung das Ausgangssignal aufgrund der Verstimmung eine bestimmte Größe erreichen. Ist dies nicht der Fall, deutet dies darauf hin, daß die Vorrichtung nicht korrekt arbeitet.

Da das aufgrund des Störsignals erzeugte Ausgangssignal einer vorbestimmten Drehrate entsprechen soll und unabhängig von der durch den Ausgangsverstärker vorgenommenen Anpassung sein soll, ist der Verstärker zur Erzeugung des Eigentestsignals ebenfalls in seiner Verstärkung einstellbar. Die Unabhängigkeit des Ausgangssignals von der durch den Ausgangsverstärker erfolgten Anpassung wird dadurch erreicht, daß die Eingänge der Verstärker zur Einstellung der Verstärkung miteinander gekoppelt sind und gegenläufig arbeiten.

Durch die Anpassung des Eigentestsignals durch den in der Verstärkung einstellbaren Verstärker lassen sich jedoch Bauteile-Toleranzen nicht ausgleichen. Insbesondere lassen sich durch die Einstellung des Eigentestsignals Unterschiede zwischen den Übertragungsverhalten der Piezoelemente der Dämpfungsstufe und den Piezoelementen der Oszillatorstufe nicht ausgleichen.

Eine einwandfreie Funktion der bekannten Schaltungsanordnung im Hinblick auf den Eigentest ist jedoch nur dann gewährleistet ist, wenn die Übertragungsverhalten gleich sind, so daß sie sich gegeneinander aufheben. Da dies in der Praxis nicht gegeben ist, erhält man einen nicht korrekten Eigentest-Wert. Um dies zu beheben muß ein entsprechend großer schaltungstechnischer Aufwand betrieben werden. Eine Anpassung der Übertragungsverhalten auf einer integrierten Schaltung, als welche die bekannte Schaltungs-

ordnung regelmäßig ausgebildet ist, ist von den Prozeßparametern bei der Halbleiterherstellung überlagert und daher nur schwer in der gewünschten Genauigkeit durchführbar. Es erfolgt daher bei der bekannten Schaltungsanordnung eine systematische Korrektur durch zwei unterschiedlich dimensionierte kapazitive Spannungsteiler auf der der Schaltungsanordnung folgenden Hybridschaltung. Dies ist jedoch nachteilig, da diese Maßnahme einen Temperaturgang hat, welcher aus dem Übertragungsverhalten und dem kapazitiven Spannungsteiler besteht.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine eingangs genannte Vorrichtung derart auszubilden, daß sie auf einfache Weise abgleichbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung ist ein Spannungsteiler vorgesehen, mittels dem das in der zweiten Schaltungsanordnung erzeugte Signal verringert wird. Es hat sich gezeigt, daß das Übertragungsverhalten der Piezoelemente der Dämpfungsstufe stets größer ist als das der Piezoelemente der Oszillatorstufe. Das aus der Oszillatorstufe ausgekoppelte Signal zur Erzeugung des Eigentestsignals muß somit von einem typisch kleineren Ausgangssignal der Dämpfungs-Treiberstufe kompensiert werden. Das aufgrund des Eigentestsignals erhaltene Ausgangssignal der Schaltungsanordnung weicht vom wahren Wert daher stets nach unten ab.

Wird nun das auf die in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelementen der Dämpfungsstufe gegebene Signal verringert, muß die zur Erzeugung des zur Erregung der in den Positionen 45 Grad und 225 Grad angeordneten Piezoelementen erforderlichen Signals vorgesehene Schaltungsanordnung eine größere Ausgangsspannung liefern, als sie dies bei nicht verringertem Signal tun müßte. Hierdurch wird das Ausgangssignal der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung angehoben, so daß sein Wert dem eingekoppelten Eigentestsignal entspricht.

Es ist somit möglich, durch Verändern des zur Erregung der Dämpfungsstufe vorgesehenen Signals das Ausgangssignal der Vorrichtung zur Ermittlung einer Drehrate an das Eigentestsignal anzupassen. Besonders günstig ist es, daß die Anpassung mittels eines ohmschen Spannungsteilers erfolgen kann. Dies wirkt sich sehr günstig auf den Temperaturgang der Vorrichtung aus. Des weiteren ist es sehr vorteilhaft, daß der Spannungsteiler im niederohmigen Treiberkreis und nicht im hochohmigen Sensierkreis liegt. Da die Anpassung über die gesamte Schaltungsanordnung erfolgt, können hierdurch sämtliche sich auf das Eigentestsignal auswirkenden Toleranzen ausgeglichen werden. In besonders vorteilhafter Weise erfolgt die Spannungsteilung mittels eines Potentiometers.

Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung sind Schaltungselemente vorgesehen, mittels derer ein Störsignal auf den Eingang der zweiten Schaltungsanordnung geführt wird. Durch das Störsignal läßt sich in vorteilhafter Weise ein Eigentest der erfindungsgemäßen Vorrichtung durchführen. Besonders vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Schaltung ist, daß das aufgrund des Störsignals erzeugte Ausgangssignal mittels des Spannungsteilers auf einfache Weise abgleichbar ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist wenigstens ein vierter elektromechanischer Wandler vorgesehen, welcher ein Sensor-Treiber-Signal abgibt, welches der Schwingung des Körpers an der Stelle entspricht, an der der wenigstens vierte Wandler angebracht ist, wobei das Sensor-Treiber-Signal auf den Eingang der ersten Schaltungsanordnung zurückgeführt wird und das

Störsignal einem Teil oder Vielzahl des auf den Eingang der ersten Schaltungsanordnung zurückgeführten Sensor-Treiber-Signals entspricht. Da das Störsignal aus dem Oszillatorkreis gewonnen wird, stimmt es in seiner Frequenz jederzeit exakt mit der Frequenz überein, auf der der schwingungsfähige Körper schwingt. Es läßt sich daher in einfacher Weise optimal an den Eingang der zweiten Schaltungsanordnung anpassen.

Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines besonderen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Anordnung in aufgegliederter Blockdarstellung.

In Fig. 1 ist der Sensor mit 10 bezeichnet. Der Hohlzylinder 11 des Sensors 10 trägt die einzelnen Meßelemente A, A', B, B', C, C' und D, D'. Gestrichelt sind die Verformungen eingezeichnet, die der Hohlzylinder 11 aufgrund von Schwingungen einnehmen kann.

Die Piezoelemente A, B, C, D sind mit den Blöcken 12, 13, 14 der Elektronik verbunden, dabei bezeichnet 12 die Oszillatorschleife (Drivekreis), die das zugehörige Piezoelement in eine konstante mechanische Antriebsschwingung versetzt. Mit 13 ist eine Dämpfungsschaltung bezeichnet und 14 stellt den Detektorschaltkreis dar, an dessen Ausgang das Meßsignal UM entsteht, das im Filter 15 noch in geeigneter Weise gefiltert wird, so daß das eigentliche Ausgangssignal Uout erhalten wird. Das aus der Dämpfungsschaltung 13 ausgegebene Signal wird mittels eines Potentiometers 31 heruntergeteilt. Die Piezoelemente A', B', C', D' sind intern jeweils mit den Elementen A, B, C, D verbunden.

Mit der in Fig. 1 dargestellten Sensoranordnung samt Elektronik eines Drehratensensors, der nach dem Prinzip eines Vibrationsgyrometers arbeitet, kann die Giergeschwindigkeit beziehungsweise die Gierrate eines Fahrzeuges ermittelt werden. Dabei bewirkt der Corioliseffekt zusammen mit einer senkrecht zur Antriebsschwingung eingekoppelten Drehgeschwindigkeit eine Coriolisbeschleunigung, die eine Auslenkung der Antriebsschwingung in Coriolisrichtung zur Folge hat. Diese Auslenkung ist letztendlich ein Maß für die eingekoppelte Drehrate und soll gemessen werden.

In Fig. 2 ist die Auswerteschaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Bei dieser Anordnung sind der Sensor sowie die zugehörige Elektronik miteinander verkoppelt. Im wesentlichen umfaßt die dargestellte Anordnung vier Blöcke. Der erste Block 16 ist der sogenannte BITE-Block, die Oszillatorschleife ist mit 17 bezeichnet, die Dämpfungsschleife mit 18 und die Ausgangsstufe trägt das Bezugszeichen 19.

Die in der Fig. 2 enthaltenen Blöcke 16 bis 19 sind ihrerseits in weitere Blöcke unterteilt. Die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Blöcken sind durch entsprechende Verbindungslinien, gegebenenfalls unter Angabe der Wirkungsrichtung durch entsprechende Pfeile gekennzeichnet. Im einzelnen umfaßt der BITE-Block 16 einen Verstärker 20 mit variabler Verstärkung, in dem die BITE-Funktion generiert wird. Diese Funktion wird symbolisiert durch den Ausdruck k_{BITE}/V_e . Sie wird über den BITE-Schalter 21 als BITE-Störgröße U_{BITE} bei Auslösen eines Tests BITE-Test an den Punkt 22 weitergegeben.

Dieser Punkt 22 steht mit den Blöcken 23, 24 der Dämpfungsschleife 18 in Verbindung. Der Block 23 bezeichnet die mechanische Kopplung (des Zylinders und der Meßelemente, also beispielsweise der Piezoelemente). Die Übertragungsfunktion des Sensorelements ist mit $k_{z,D}$ bezeichnet.

Der Block 24 stellt eine elektronische Dämpfungsschleife

mit Phasensteuerung aus der AFC und konstanter Verstärkung dar. Die zugehörige Übertragungsfunktion der elektronischen Dämpfungsschleife ist mit $k_{e,D}$ bezeichnet. Im Punkt 22 findet im übrigen die elektrische Nullpunkteinstellung statt. Die am Punkt 22 anstehende Spannung ist mit $U_{s,D}$ bezeichnet.

Von der Oszillatorschleife 17 sind zwei Blöcke 25, 26 dargestellt, die miteinander wechselwirken. Der Block 25 bezeichnet wiederum die mechanische Kopplung zwischen Zylinder und Piezoelementen. Die Übertragungsfunktion des Sensorelements ist $k_{z,O}$. Die Spannung ist mit $U_{s,O}$ bezeichnet. Es ist dies die Spannung der Oszillatorschleife, also die Spannung der Anregung des Systems.

Block 26 bezeichnet die elektronische Anregungsschleife mit Phasenregler (AFC) und Amplitudenregler (AGC). Die zugehörige Übertragungsfunktion der Oszillatorschleife ist mit $k_{e,O}$ bezeichnet.

Am Verbindungspunkt zwischen den Blöcken 25 und 26 liegt die Antriebsspannung beziehungsweise Force- oder Drivespannung $U_{F,O}$, die dem Block 27 zur Phasengleichrichtung und konstanten Verstärkung der Ausgangsstufe 19 zugeführt wird. Block 27 erhält weiterhin die Spannung $U_{F,D}$ aus der Dämpfungsschleife 18. Die Übertragungsfunktion des Blocks 27 ist mit $k_{B,M} \cdot k_O$ bezeichnet. Am Ausgang des Blocks 27 ist ein Punkt 28 eingetragen, an dem der Offsetabgleich stattfindet. An den Punkt 28 schließt sich ein Verstärker 29 mit variabler Verstärkung an, die Verstärkung ist mit v_s bezeichnet. Am Ausgang des Verstärkers 29 ist die Drehratenausgangsspannung U_{rate} abgreifbar, die ein Maß für die tatsächlich vorhandene Drehrate ist.

Die mechanische Nullpunkteinstellung erfolgt an Punkt 30. Zu dieser Nullpunkteinstellung wird eine Spannung U_{cor} als elektrisches Äquivalent des Corioliseffektes eingespeist.

Mittels eines Potentiometers 31 wird die dem Block 23 zur Erregung der Piezoelemente zugeführte Spannung heruntergeteilt. Da die Blöcke 23 und 24 einen Regelkreis bilden muß daher der Block 24 eine größere Ausgangsspannung $U_{s,D}$ abgeben, als er es bei einem nichteruntergeteilten Signal machen müßte. Durch das Potentiometer 31 kann daher die höhere Übertragungsfunktion $k_{z,D}$ des Blockes 23 kompensiert werden.

Mit der in Fig. 2 als Blockschaltbild angegebenen Anordnung läßt sich der Drehratensensor auswerten und gleichzeitig eine Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktionsfähigkeit des Sensors und der Auswerteschaltung selbst realisieren.

Wird durch die amplitudengeregelte Oszillatorschleife ein geeignetes Sensorelement in eine konstante mechanische Antriebsschwingung versetzt, dann bewirkt der Corioliseffekt zusammen mit einer senkrecht zur Antriebsschwingung eingekoppelten Drehschwingung eine Coriolisbeschleunigung, die eine Auslenkung der Antriebsschwingung in Coriolisrichtung zur Folge hat. Es wird durch diese Effekte der Hohlzylinder, auf dem die als Meßelemente dienenden Piezoelemente angeordnet sind, zusätzlich in Schwingungen versetzt. Der Hohlzylinder schwankt daher zwischen den in Fig. 1 gestrichelt eingezeichneten Grenzen.

Wird zur Auswertung der Auslenkung, die wie bereits erwähnt ein Maß für die eingekoppelte Drehrate ist, eine Kompensationsschleife verwendet, beispielsweise eine Servo-Loop, dann ist die resultierende Stellgröße ein Maß für die zu messende Drehrate. Wird diese Kompensationsschleife mit einem phasenrichtig eingekoppelten Offsetsignal verstimmt, wird der Ausgang des Sensors die Überlagerung von Drehrate und Offset anzeigen. Erzeugt wird dieser Offset im BITE-Block. Die Aufschaltung des Offsets kann beispielsweise über die Betätigung des BITE-Schalters 21 erfolgen, es wird denn der Sensor bei bekannter Verstim-

mung testbar. Da die Testfunktion durch die Schleifenanordnung sowohl die Auswerteelektronik als auch das Sensorelement betrifft, können beide auf Fehlfunktion getestet werden.

Die Ableitung der am Ausgang des Sensors entstehende Spannung U_{rate} bei aktivierter BITE-Funktion entspricht der in der DE-44 47 005 A1 beschriebenen Ableitung. Auf die DE-44 47 005 A1 wird daher ausdrücklich Bezug genommen; sie wird im gesamten Umfang in die vorliegende Erfindung einbezogen.

Die in der DE 44 47 005 A1 gemachte Annahme, daß die Übertragungsfunktion $k_{z,D}$ genauso groß ist wie die Übertragungsfunktion $k_{z,O}$ des Blocks 25, wird in der vorliegenden Erfindung dadurch realisiert, daß die dem Block 23 zugeführte Spannung mittels des Potentiometers 31 verringert wird. Durch das Potentiometer 31 wird somit die Voraussetzung der in der DE 44 47 005 A1 vorgenommenen Ableitung geschaffen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung einer Drehrate, mit einem schwingungsfähigen Körper (11), auf welchem mehrere elektromechanische Wandler (A, A', B, B', C, C', D, D') angebracht sind, von denen wenigstens ein erster Wandler (A, A') mittels eines in einer ersten Schaltungsanordnung (12, 26) erzeugten elektrischen Treiber-Signals ($U_{F,O}$) und wenigstens ein zweiter Wandler (D, D') mittels eines in einer zweiten Schaltungsanordnung (13, 24) erzeugten elektrischen Dämpfungs-Signals ($U_{F,D}$) in mechanische Schwingungen versetzt wird sowie wenigstens ein dritter Wandler (C, C') ein elektrisches Sensor-Dämpfungs-Signal ($U_{s,D}$) abgibt, welches der Schwingung des Körpers (11) an der Stelle entspricht, an der der wenigstens dritte Wandler (D, D') angebracht ist, wobei das Dämpfungs-Sensor-Signal ($U_{s,D}$) auf den Eingang der zweiten Schaltungsanordnung (13, 24) zurückgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spannungsteiler (31) vorgesehen ist, mittels dem das in der zweiten Schaltungsanordnung (13, 24) erzeugte Signal ($U_{F,D}$) verringert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler (31) ein Potentiometer ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Schaltungselemente (16) vorgesehen sind, mittels derer ein Störsignal (U_{BITE}) auf den Eingang der zweiten Schaltungsanordnung (13, 24) geführt wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein vierter elektromechanischer Wandler (B, B') vorgesehen ist, welcher ein Sensor-Treiber-Signal ($U_{s,O}$) abgibt, welches der Schwingung des Körpers (11) an der Stelle entspricht, an der der wenigstens vierte Wandler (B, B') angebracht ist, wobei das Sensor-Treiber-Signal ($U_{s,O}$) auf den Eingang der ersten Schaltungsanordnung (12, 26) zurückgeführt wird und das Störsignal (U_{BITE}) einem Teil oder Vielfachen des auf den Eingang der ersten Schaltungsanordnung (12, 26) zurückgeführten Sensor-Treiber-Signals ($U_{s,O}$) entspricht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

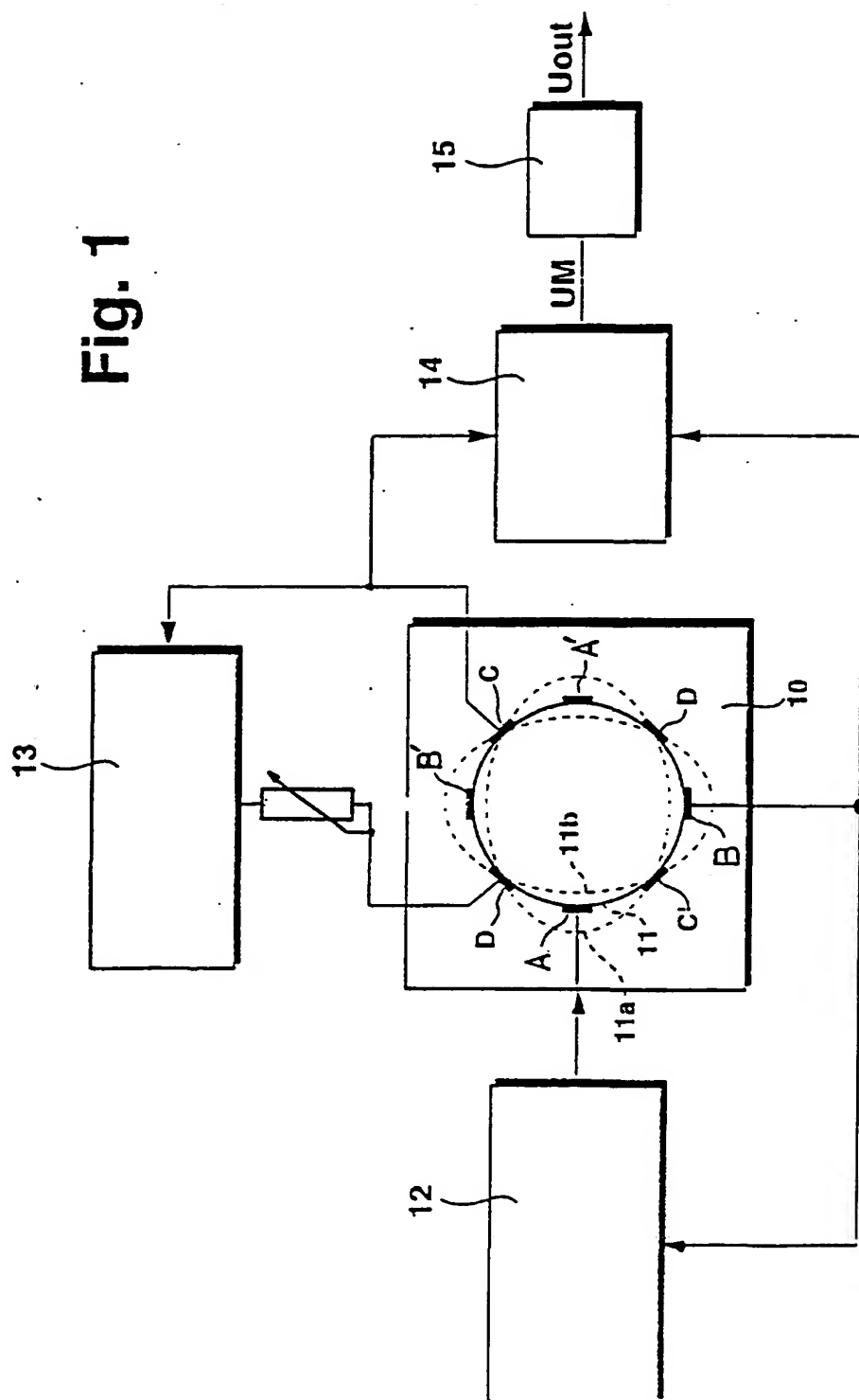


Fig. 2

